

□

Print

May 14, 1987

PUBN-DATE: May 14, 1987

INVENTOR - INFORMATION:

COUNTRY

JP

JP

JP

EUR-CL (EPC): C22C038/52; H01J009/14, H01J029/07

ABSTRACT:

CHG DATE=19990617 STATUS=O> The shadow mask consists of an alloy which contains, in % by weight, essentially 0.1 to 1.0% of Mn, 30.0 to 34.0% of Ni, 1.0 to 4.0% of Cr and 2.0 to 5.0% of Co, the remainder being Fe and unavoidable impurities, and also, as minor constituents, 0.10% or less of C, 0.30% or less of each of Si and Al, 0.020% or less of S, 0.010% or less of O and 0.005% or less of N. The alloy preferably has a grain size number of 5 or higher and can additionally contain 0.01 to 1.0% by weight of Ti, Cr, Mo, (Nb), B, V and/or Be. For producing the shadow mask, holes are formed in a sheet blank of the said composition by etch perforation, and the perforated sheet is annealed in a non-oxidising atmosphere at 800 to 1100°C for 5 to 60 minutes and then press-formed. The sheet blank can be produced by finish cold-rolling with a reduction of at least 20% and subsequent heat treatment at 300 to 1000°C. Immediately after the finish cold-rolling, the grain size is adjusted by annealing to a grain size number of 7 or higher, after, if appropriate, a cold-rolling with a reduction of at least 40% has been carried out.

Go to Doc#

⑬ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑪ **DE 3636815 A1**

⑳ Aktenzeichen: P 36 36 815.6
㉑ Anmeldetag: 29. 10. 86
㉒ Offenlegungstag: 14. 5. 87

⑤ Int. Cl. 4:
H 01 J 29/07
H 01 J 9/14
C 22 C 38/40
C 23 F 1/02
B 21 B 1/22
B 21 C 37/02

Behördeneigentum

DE 3636815 A1

③① Unionspriorität: ③② ③③ ③①
12.11.85 JP 252062/85 19.11.85 JP 257726/85
19.11.85 JP 257727/85

⑦① Anmelder:
Nippon Mining Co., Ltd., Tokio/Tokyo, JP

⑦④ Vertreter:
Schwan, G., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 8000 München

⑦② Erfinder:
Yuki, Norio; Kamio, Morinori; Tsuji, Masahiro,
Kanagawa, JP

⑤④ Schattenmaske und Verfahren zur Herstellung von Schattenmasken

Schattenmaske aus einer Legierung, die in Gew.-% im wesentlichen aus 0,1 bis 1,0% Mn, 30,0 bis 34,0% Ni, 1,0 bis 4,0% Cr, 2,0 bis 5,0% Co, Rest Fe und unvermeidbare Verunreinigungen besteht sowie als geringfügige Bestandteile 0,10% oder weniger C, jeweils 0,30% oder weniger Si und Al, 0,020% oder weniger S, 0,010% oder weniger O und 0,005% oder weniger N enthält. Die Legierung hat vorzugsweise eine Korngrößennummer von 5 oder mehr und kann zusätzlich 0,01 bis 1,0 Gew.-% Ti, Cr, Mo, Nb, B, V und/oder Be enthalten. Zum Herstellen der Schattenmaske werden in einem Blechröhring der genannten Zusammensetzung Löcher durch Ätzperforieren ausgebildet, und das perforierte Blech wird in nichtoxidierender Atmosphäre bei 800 bis 1100°C 5 bis 60 Minuten lang geglüht und dann präßeformt. Der Blechröhring kann durch Fertigtaltwalzen mit einer Abnahme von mindestens 20% und anschließender Wärmebehandlung bei 300 bis 1000°C hergestellt werden. Unmittelbar vor dem Fertigtaltwalzen wird die Korngröße durch Glühen auf eine Korngrößennummer von 7 oder mehr eingestellt, nachdem gegebenenfalls ein Kaltwalzen mit einer Abnahme von mindestens 40% erfolgte.

DE 3636815 A1

Patentansprüche

1. Schattenmaske aus einer Legierung, die in Gew.% im wesentlichen besteht aus
 Mangan: 0,1 — 1,0%
 Nickel: 30,0 — 34,0%
 Chrom: 1,0 — 4,0%
 Kobalt: 2,0 — 5,0%
 Rest Eisen und unvermeidbare Verunreinigungen, und die ferner als geringfügige Bestandteile Kohlenstoff, Silizium, Aluminium, Schwefel, Sauerstoff und Stickstoff in Mengen entsprechend den folgenden Grenzwerten enthält
 Kohlenstoff: 0,10% oder weniger
 Silizium: 0,30% oder weniger
 Aluminium: 0,30% oder weniger
 Schwefel: 0,020% oder weniger
 Sauerstoff: 0,010% oder weniger und
 Stickstoff: 0,005% oder weniger
2. Schattenmaske nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Legierung eine Korngrößennummer von 5 oder darüber hat.
3. Schattenmaske nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Legierung ferner ein, zwei oder mehr Elemente aus der Titan, Zirkonium, Molybdän, Niob, Bor, Vanadium und Beryllium umfassenden Gruppe in einer Menge oder Gesamtmenge von 0,01 bis 1,0 Gew.% enthält.
4. Schattenmaske nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Legierung eine Korngrößennummer von 5 oder darüber hat.
5. Verfahren zum Herstellen von Schattenmasken, dadurch gekennzeichnet, daß eine Vielzahl von Löchern durch Ätzperforieren in einem Schattenmasken-Blechrohling aus einer Legierung ausgebildet wird, die in Gewichtsprozent im wesentlichen besteht aus
 Mangan: 0,1 — 1,0%
 Nickel: 30,0 — 34,0%
 Chrom: 1,0 — 4,0%
 Kobalt: 2,0 — 5,0%,
 Rest Eisen und unvermeidbare Verunreinigungen, und die ferner als geringfügige Bestandteile Kohlenstoff, Silizium, Aluminium, Schwefel, Sauerstoff und Stickstoff in Mengen entsprechend den folgenden Grenzwerten enthält
 Kohlenstoff: 0,10% oder weniger
 Silizium: 0,30% oder weniger
 Aluminium: 0,30% oder weniger
 Schwefel: 0,020% oder weniger
 Sauerstoff: 0,010% oder weniger und
 Stickstoff: 0,005% oder weniger,
 das perforierte Blech in einer nichtoxidierenden Atmosphäre bei einer Temperatur von 800 bis 1100°C 5 bis 60 Minuten lang geglüht wird, und danach das geglühte Blech in die endgültige Form preßgeformt wird.
6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Schattenmaskenrohling ferner ein, zwei oder mehr Elemente aus der Titan, Zirkonium, Molybdän, Niob, Bor, Vanadium und Beryllium umfassenden Gruppe in einer Menge oder Gesamtmenge von 0,01 bis 1,0 Gew.% enthält.
7. Verfahren zum Herstellen von Schattenmasken, dadurch gekennzeichnet, daß ein Schattenmasken-Blechrohling aus einer Legierung, die in Gew.% im wesentlichen besteht aus
 Mangan: 0,1 bis 1,0%
 Nickel: 30,0 bis 34,0%
 Chrom: 1,0 bis 4,0%
 Kobalt: 2,0 bis 5,0%,
 Rest Eisen und unvermeidbare Verunreinigungen, und die ferner als geringfügige Bestandteile Kohlenstoff, Silizium, Aluminium, Schwefel, Sauerstoff und Stickstoff in Mengen entsprechend den folgenden Grenzwerten enthält
 Kohlenstoff: 0,10% oder weniger
 Silizium: 0,30% oder weniger
 Aluminium: 0,30% oder weniger
 Schwefel: 0,020% oder weniger
 Sauerstoff: 0,010% oder weniger und
 Stickstoff: 0,005% oder weniger,
 durch Fertigkalzwalzen mit einer Abnahme von mindestens 20% hergestellt, ätzperforiert und preßgeformt wird.
8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Schattenmaskenrohling ferner ein, zwei oder mehr Elemente aus der Titan, Zirkonium, Molybdän, Niob, Bor, Vanadium und Beryllium umfassenden Gruppe in einer Menge oder Gesamtmenge von 0,01 bis 1,0 Gew.% enthält.
9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß an das Fertigkalzwalzen eine Wärmebehandlung bei einer Temperatur von 300 bis 1000°C anschließt, während eine Rekristallisation vermieden wird.
10. Verfahren zum Herstellen von Schattenmasken, dadurch gekennzeichnet, daß ein Schattenmasken-

Blechrohling aus einer Legierung, die in Gew.% im wesentlichen besteht aus

Mangan: 0,1 bis 1,0%

Nickel: 30,0 bis 34,0%

Chrom: 1,0 bis 4,0%

Kobalt: 2,0 bis 5,0%,

Rest Eisen und unvermeidbare Verunreinigungen, und die ferner als geringfügige Bestandteile Kohlenstoff, Silizium, Aluminium, Schwefel, Sauerstoff und Stickstoff in Mengen entsprechend den folgenden Grenzwerten enthält:

Kohlenstoff: 0,10% oder weniger

Silizium: 0,30% oder weniger

Aluminium: 0,30% oder weniger

Schwefel: 0,020% oder weniger

Sauerstoff: 0,010% oder weniger

Stickstoff: 0,005% oder weniger,

ätzperforiert und preßgeformt wird, wobei der Schatten-Blechrohling durch Fertigaltwalzen mit einer Abnahme von mindestens 20% im Anschluß an das Einstellen der Korngröße auf eine Korngrößennummer von 7 oder darüber hergestellt wurde.

11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Schattenmaskenrohling ferner ein, zwei oder mehr Elemente aus der Titan, Zirkonium, Molybdän, Niob, Bor, Vanadium und Beryllium umfassenden Gruppe in einer Menge oder Gesamtmenge von 0,01 bis 1,0 Gew.% enthält.

12. Verfahren nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, daß an das Fertigaltwalzen eine Wärmebehandlung bei einer Temperatur von 300 bis 1000°C anschließt, während eine Rekristallisation vermieden wird.

13. Verfahren zum Herstellen von Schattenmasken, dadurch gekennzeichnet, daß ein Schattenmasken-Blechrohling aus einer Legierung, die in Gew.% im wesentlichen besteht aus

Mangan: 0,1 bis 1,0%

Nickel: 30,0 bis 34,0%

Chrom: 1,0 bis 4,0%

Kobalt: 2,0 bis 5,0%,

Rest Eisen und unvermeidbare Verunreinigungen, und die ferner als geringfügige Bestandteile Kohlenstoff, Silizium, Aluminium, Schwefel, Sauerstoff und Stickstoff in Mengen entsprechend den folgenden Grenzwerten enthält

Kohlenstoff: 0,10% oder weniger

Silizium: 0,30% oder weniger

Aluminium: 0,30% oder weniger

Schwefel: 0,020% oder weniger

Sauerstoff: 0,010% oder weniger und

Stickstoff: 0,005% oder weniger,

ätzperforiert und preßgeformt wird, wobei der Schattenmasken-Blechrohling hergestellt wurde, indem ein Werkstoff, aus welchem der Blechrohling gefertigt wird, mit einer Abnahme von 40% oder mehr kaltgewalzt, der kaltgewalzte Werkstoff zum Einstellen seiner Korngröße auf eine Korngrößennummer von 7 oder darüber geglättet und danach der geglättete Werkstoff mit einer Abnahme von mindestens 20% fertigaltgewalzt wird.

14. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß der Schattenmaskenrohling ferner ein, zwei oder mehr Elemente aus der Titan, Zirkonium, Molybdän, Niob, Bor, Vanadium und Beryllium umfassenden Gruppe in einer Menge oder Gesamtmenge von 0,01 bis 1,0 Gew.% enthält.

15. Verfahren nach Anspruch 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, daß an das Fertigaltwalzen eine Wärmebehandlung bei einer Temperatur von 300 bis 1000°C anschließt, während eine Rekristallisation vermieden wird.

Beschreibung

Die Erfindung betrifft Schattenmasken, insbesondere hochauflösende Schattenmasken, für Farbfernsehbildröhren und Verfahren zum Herstellen solcher Schattenmasken.

Schattenmasken für Farbfernsehbildröhren wurden bisher aus kaltgewalzten Blechen aus unberuhigtem Stahl oder mit Aluminium-beruhigtem Stahl mit niedrigem Kohlenstoffgehalt gefertigt. Die Verwendung einer aus einem Fe—Ni-System bestehenden Invar-Legierung von geringerer Wärmedehnung wurde für solche Zwecke unlängst vorgeschlagen, und es wurden Versuche gemacht, eine solche Legierung in industriellem Maßstab einzusetzen.

Wenn eine Farbbildröhre arbeitet, stellen die durch die Perforationen in der Schattenmaske der Röhre hindurchgehenden Elektronenstrahlen nur weniger als ein Drittel der Gesamtanzahl der Strahlen dar. Die restlichen Strahlen treffen auf das Maskenblech auf und erhitzen es zuweilen bis auf 80°C. Die darauf zurückzuführende Wärmedehnung der Maske beeinträchtigt die Farbreinheit des Bildes. Mit der Verwendung der Fe—Ni-Invar-Legierung als Maskenwerkstoff soll diese Wärmedehnung herabgesetzt werden.

Eine solche Fe—Ni-Invar-Legierung hat jedoch in nachteiliger Weise eine schlechte Preßformbarkeit sowie niedrige Resonanzfestigkeit und Knickfestigkeit, was Haupthindernisse für eine erfolgreiche kommerzielle Anwendung der Legierung darstellt. Im Hinblick darauf wurde eine modifizierte Invar-Legierung aus einem Fe—Ni—Cr-System vorgeschlagen, die auf Grund eines Zusatzes an Chrom bezüglich Preßformbarkeit, Reso-

nanzfestigkeit und Knickfestigkeit verbessert ist. Hinsichtlich dieser Eigenschaften werden mit einer solchen Fe—Ni—Cr-Invar-Legierung ausgeprägte Verbesserungen erreicht; andererseits ist eine solche Legierung jedoch in gewissem Umfang der herkömmlichen Fe—Ni-Invar-Legierung bezüglich des Wärmeausdehnungskoeffizienten unterlegen.

5 Mit der in jüngster Zeit erfolgten Verbreitung von hochauflösenden Farbbildröhren macht sich der unzureichend herabgesetzte Wärmeausdehnungskoeffizient der verbesserten Fe—Ni—Cr-Invar-Legierung nachteilig bemerkbar. Infolgedessen erlauben es weder die herkömmliche Fe—Ni-Invar-Legierung, noch die verbesserte Fe—Ni—Cr-Legierung, Farbbildröhren auf zufriedenstellende Weise zu fertigen. Vor einer Erläuterung der vorliegenden Erfindung seien die mit diesen beiden Legierungen verbundenen Probleme in einzelnen diskutiert.

10 Die Fe—Ni-Invar-Legierung hat zunächst eine schlechte Preßformbarkeit. Im Rahmen der Herstellung von Schattenmasken wird im allgemeinen jeder Schattenmasken-Blechrohling durch Ätzen perforiert, worauf dem perforierten Blech Preßformbarkeit verliehen wird. Daraufhin wird das Blech gepreßt und dann geschwärzt oder in anderer Weise fertig bearbeitet. Eine Fe—Ni-Invar-Legierung, die sich in ihren Weichglüheigenschaften von normalen mit Aluminium beruhigten und unberuhigten Stählen unterscheidet, ist insofern problematisch, als es nach der gewöhnlichen Glühbehandlung zu einer unzureichenden Herabsetzung der Dehngrenze kommt. Die 15 Glühbehandlung führt daher zu einem Rückfedern, was ein leichtes Verwinden des Preßformlings und lokalisierte Restverformungen zur Folge hat. Dadurch wird die sphärische Formbarkeit des Bleches beeinträchtigt. Bei einer Fe—Ni-Invar-Legierung kann allgemein durch ein Glühen bei erhöhter Temperatur oberhalb von 1000°C die Dehngrenze allenfalls auf etwa 24 kg/mm² herabgesetzt werden. Die Formbarkeit kann durch Änderungen der Preßbedingungen des Gesenks und anderer zugehöriger Teile kaum verbessert werden. Die Erfahrung zeigt, daß aber zur Erzielung von befriedigenden Schattenmasken bei industriell stabilen Preßvorgängen der Blechwerkstoff eine Dehngrenze von 20 kg/mm² oder weniger haben sollte.

Ein weiteres Problem ist die schlechte Resonanzfestigkeit. Resonanz stellt ein Phänomen dar, das bei einer in eine Farbbildröhre eingebauten Schattenmaske zu beobachten ist. Dabei schwingt die Schattenmaske auf Grund 25 von externen Schwingungen, beispielsweise dem aus dem Lautsprecher kommenden Schall oder dergleichen. Durch dieses Phänomen werden die Öffnungen der Schattenmaske aus der mit den Elektronenstrahlen ausgerichteten Lage herausbewegt; ihre delicate Positionsbeziehung wird gestört; dadurch wird die Farbreinheit beeinträchtigt. Die Fe—Ni-Invar-Legierung ist insbesondere dadurch problematisch, daß Resonanzen bei niedrigen Frequenzen auftreten und Schwingungen nur langsam gedämpft werden. Dies ist zwei Ursachen zuzuschreiben. Die eine ist der niedrige Elastizitätsmodul der Fe—Ni-Legierung, welcher die Resonanzfrequenz 30 herabsetzt. Die andere, die in gewissem Umfang mit dem oben erläuterten ersten Problem verknüpft ist, ist die schlechte sphärische Formbarkeit. Wegen der schlechten Preßformbarkeit und sphärischen Formbarkeit verbleiben bei der Fe—Ni-Invar-Legierung nach dem Formen lokalisierte Spannungen in der gepreßten sphärischen Oberfläche, und es werden ferner lokalisierte Beulen oder Durchbiegungen erzeugt, die ihrerseits die Schwingungsdämpfung der gesamten Maske erheblich verzögern. Im Rahmen der Erfindung durchgeführte Untersuchungen haben gezeigt, daß die Resonanzfestigkeit durch die sphärische Formbarkeit stärker beeinflußt wird als durch den Elastizitätsmodul. Die Fe—Ni-Legierung hat drittens eine schlechte Knickfestigkeit. Ein Knicken oder Krümmen ist als ernsthaftes Problem anzusehen, insbesondere wenn es sich um eine große Schattenmaske handelt. Das Blech hat, nachdem es zu einer Schattenmaske verformt ist, insbesondere im 40 mittleren Bereich keine ausreichende Festigkeit, um leichten Stößen oder Beanspruchungen während der Montage der Farbbildröhre zu widerstehen. Je niedriger der Elastizitätsmodul und je größer die Korngröße ist, desto leichter kommt es zu einem Ausknicken des Bleches. Um die Dehngrenze herabzusetzen, muß die Fe—Ni-Invar-Legierung bei erhöhter Temperatur geglüht werden. Dies führt zu größeren Kristallkörnern, was zusammen mit dem niedrigen Elastizitätsmodul das Ausknicken begünstigt.

45 Die aus einem Fe—Ni—Cr-System bestehende Invar-Legierung bietet keine Probleme hinsichtlich der Preßformbarkeit oder der Resonanzfestigkeit, weil die Dehngrenze durch Glühen auf 20 kg/mm² oder darunter herabgesetzt ist und weil die Legierung einen höheren Elastizitätsmodul als die Fe—Ni—Invar-Legierung hat. Durch den Gehalt an CR wird jedoch der Wärmeausdehnungskoeffizient α_{30-100} der Fe—Ni—Cr-Invar-Legierung auf 3,0—6,0 $\times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ angehoben. Dieser Wert liegt über demjenigen der Fe—Ni-Invar-Legierung, für 50 welche $\alpha_{30-100} = 1,5 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$. Was die mit der erhaltenen Schattenmaske erreichte Farbreinheit anbelangt, ist infolgedessen die Fe—Ni—Cr-Invar-Legierung normalem Al-beruhigtem oder unberuhigtem Stahl weit überlegen, jedoch ungünstiger als die Fe—Ni-Invar-Legierung. Weil ein noch umfangreicherer Einsatz von hochauflösenden Farbbildröhren zu erwarten ist, sollte die Legierung für die Schattenmaske einen Wärmeausdehnungskoeffizienten $\alpha_{30-100} = 3,0 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ oder darunter haben.

55 Nach umfangreichen Untersuchungen wurde gefunden, daß die vorstehend erläuterte Bedingung von Schattenmasken aus einem Werkstoff erfüllt wird, der aus einer Fe—Ni—Cr-Legierung mit Co-Zusatz besteht, wobei die Gehalte an geringfügigen Bestandteilen zweckentsprechend eingestellt sind. Der Zusatz an Co ist in hohem Maße effektiv, um den Wärmeausdehnungskoeffizienten der Fe—Ni—Cr-Legierung zu senken. Es wurde ferner gefunden, daß es für die Steuerung der erforderlichen Eigenschaften der Schattenmasken von hoher Wichtigkeit ist, die Gehalte der geringfügigen Bestandteile C, Si, Al, S, O und N innerhalb von vorbestimmten Bereichen zu 60 halten.

Die erfindungsgemäßen Schattenmasken werden aus einer Legierung gefertigt, die in Gew.% im wesentlichen besteht aus

Mn:	0,1 bis 1,0%
Ni:	30,0 bis 34,0%
Cr:	1,0 bis 4,0%
Co:	2,0 bis 5,0%,

Reste Fe und unvermeidbare Verunreinigungen, wobei die Gehalte der geringfügigen Bestandteile auf die

folgenden Grenzwerte beschränkt sind

C:	0,10% oder weniger
Si:	0,30% oder weniger
Al:	0,30% oder weniger
S:	0,020% oder weniger
O:	0,010% oder weniger
N:	0,005% oder weniger.

Der Legierungswerkstoff hat vorzugsweise eine Korngrößennummer von 5 oder darüber. Es ist ferner von Vorteil, ein, zwei oder mehr Elemente aus der Ti, Zr, Mo, Nb, B, V und Be umfassenden Gruppen in einer Gesamtmenge von 0,01 bis 1,0% zuzusetzen.

Jede Schattenmaske wird hergestellt, indem ein Schattenmasken-Blechrohling mit einer Dicke von 0,2 mm oder weniger durch Ätzen perforiert wird, das perforierte Blech unter Verleihung einer guten Preßformbarkeit gegülht wird, das Blech durch Preßformen in die Gestalt einer Schattenmaske gebracht wird und die Maske dann geschwärzt wird.

Es zeigte sich, daß durch Auswahl von bestimmten Bedingungen des Fertigungsverfahrens dafür gesorgt werden kann, daß die erfindungsgemäße Legierung als Schattenmaske noch bessere Eigenschaften aufweist.

Bei den bestimmten Verfahrensbedingungen handelt es sich zum einen um das Glühen, das die Aufgabe hat, für gute Preßformbarkeit zu sorgen, nachdem der Schattenmasken-Blechrohling durch Ätzen mit einer Vielzahl von Perforationen versehen ist. Durch Beeinflussung sowohl der Dehngrenze als auch der Korngröße kann erreicht werden, daß der Legierungsblechrohling hervorragende Preßformbarkeit hat und die gepreßte Schattenmaske gute Eigenschaften aufweist, ohne daß es zu Resonanzschwingungen oder Knicken kommt. Für diesen Zweck erwies sich, nach Perforieren des Bleches durch Ätzen, ein Glühen in einer nichtoxidierenden Atmosphäre bei 800 bis 1100°C für eine Zeitspanne von 5 bis 60 Minuten als wirkungsvoll.

Zum anderen zeigte es sich, daß in Verbindung mit dem Kaltwalzen zwecks Vorbereitung des Schattenmaskenblechrohlings die folgenden Behandlungsmaßnahmen sehr effektiv sind:

- (1) Fertigtaltwalzen des Werkstücks mit einer Abnahme von mindestens 20%.
- (2) Einstellen der Korngrößennummer auf 7 oder darüber durch Glühen und unmittelbar anschließendes Fertigtaltwalzen des Werkstücks mit einer Abnahme von mindestens 20%.
- (3) Kaltwalzen des Werkstücks mit einer Abnahme von mindestens 40%, Einstellen der Korngrößennummer auf 7 oder darüber durch Glühen, und unmittelbar daran anschließendes Fertigtaltwalzen mit einer Abnahme von mindestens 20%.
- (4) Wärmebehandlung des Werkstückes bei 300 bis 1000°C unter Vermeidung von Rekristallisation im Anschluß an das Fertigtaltwalzen.

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind nachstehend näher erläutert.

Zunächst seien die Gründe erläutert, aus denen die Anteile der Legierungselemente zur Bildung der erfindungsgemäßen Schattenmasken auf die angegebenen Bereiche beschränkt sind.

Mn: — Mangan wird für Desoxidationszwecke zugesetzt und soll auch zur Warmverarbeitbarkeit beitragen. Diese Effekte werden mit weniger als 0,1% Mn nicht erreicht. Wenn der Prozentsatz 1,0 übertrifft, kommt es zu einer störenden Steigerung des Wärmeausdehnungskoeffizienten und zu einer unzureichenden Verminderung der Dehngrenze des Werkstückes nach dem Glühen. Infolgedessen ist der Bereich von 0,1 bis 1,0% vorgesehen.

Ni: — Wenn der Nickelgehalt unter 30% liegt, steigt der Wärmeausdehnungskoeffizient so stark an, daß die Farbreinheit der Farbbildrohre nachteilig beeinflußt wird. Mehr als 34% Ni machen den im folgenden erläuterten günstigen Einfluß von Co nahezu vollständig zunichte; der Wärmeausdehnungskoeffizient wird nicht abgesenkt. Der geeignete Bereich liegt daher zwischen 30 und 34%.

Cr: — Chrom setzt die Dehngrenze des Werkstückes nach dem Glühen herab und steigert den Elastizitätsmodul. Wenn der Chromgehalt weniger als 1% beträgt, wird keine befriedigende Senkung der Dehngrenze erreicht, und der Elastizitätsmodul wird wenig gesteigert. Wenn umgekehrt der Gehalt mehr als 4,0% beträgt, steigt der Wärmeausdehnungskoeffizient übermäßig stark an. Aus diesen Gründen ist ein Cr-Gehalt im Bereich von 1,0 bis 4,0% vorgesehen.

Co: — Kobalt setzt den Wärmeausdehnungskoeffizienten herab, steigert die Dehngrenze und senkt den Elastizitätsmodul. Bei weniger als 2,0% Co ist der Wärmeausdehnungskoeffizient zu hoch; bei mehr als 5% steigt dagegen die Dehngrenze übermäßig stark an, und der Elastizitätsmodul ist zu niedrig. Infolgedessen ist ein Bereich von 2,0 bis 5,0% vorgesehen.

Im Rahmen der Erfindung ist es neben dem Zusatz des neuen Legierungselements Co wichtig, daß die Anteile der geringfügigen Bestandteile in der Legierung aus den folgenden Gründen auf die genannten Bereiche beschränkt werden.

C: — Wenn der Kohlenstoffgehalt 0,10% überschreitet, wird der Wärmeausdehnungskoeffizient des erhaltenen Bleches zu hoch, und Eisenkarbidbildung behindert das Ätzen, wodurch das Blech für Schattenmasken ungeeignet wird. Infolgedessen ist der C-Gehalt auf 0,10% oder weniger beschränkt.

Si: — Silizium wird für Desoxidationszwecke zugesetzt. Ein Si-Gehalt von mehr als 0,3% härtet die Legierung übermäßig, was eine unzureichende Absenkung der Dehngrenze beim Glühen zur Folge hat. Infolgedessen sollte der Si-Gehalt bei 0,30% oder weniger liegen. Für die vorliegende Legierung ist es erwünscht, mit Si einen geeigneten Desoxidationseffekt zu erzielen. Im Hinblick darauf ist ein Si-Zusatz von mehr als 0,02% erwünscht. Aus diesen Gründen wird Si vorzugsweise in einer Menge zugesetzt, die im Bereich von 0,02 bis 0,30% liegt.

Al: — Ebenso wie Si wird auch Aluminium zur Desoxidation benutzt. Ein Zusatz von mehr als 0,30% Aluminium führt nicht zu einer befriedigend niedrigen Dehngrenze nach dem Glühen. Aus diesem Grund hat der Al-Anteil bei 0,30% oder darunter zu liegen.

S: — Wenn der Schwefelgehalt übermäßig hoch ist, bilden sich Sulfideinschlüsse, welche die Ätzperforierbar-

keit des Legierungsbleches beeinträchtigen. Außerdem kann nach Einbau der Schattenmaske aus der genannten Legierung in eine Farbbildröhre Schwefel bei Bestrahlung mit Elektronenstrahlen ausgetrieben werden. Der kritische Punkt liegt bei der erfindungsgemäßen Legierung bei 0,020%. Darauf beruht die Obergrenze von 0,020% Schwefel.

5 O: — In der Legierung nach der Erfindung tritt Sauerstoff zum größten Teil in Form von Oxiden, wie beispielsweise von nichtmetallischen Einschlüssen, auf. Ein hoher O-Gehalt von über 0,0100% verschlechtert die Ätzperforation, weil die Vielzahl von nichtmetallischen Einschlüssen zur Folge hat, daß zahlreiche Einschlüsse nicht beseitigt werden oder sich beim Ätzperforieren in winzigen Klumpen lösen, was zu einem Zusetzen und zu Deformationen der Perforationen führt. Dadurch wird die Präzision der geätzten Perforationen nachteilig
10 beeinflusst. Der Sauerstoffgehalt sollte daher 0,0100% oder weniger betragen.

N: — Je größer der Stickstoffgehalt ist, desto mehr Chromnitrid wird gebildet. Eine Legierung mit einem hohen Anteil an Chromnitrid wird härter, und sie kann nicht durch Weichglühen unter den gleichen Bedingungen auf die für eine Schattenmaske geeigneten Eigenschaften gebracht werden. Außerdem beeinträchtigt das Chromnitrid die Ätzperforation. Der zulässige Grenzwert beträgt 0,0050%. Der Stickstoffbereich ist daher mit
15 diesem Wert oder darunter angegeben.

Die erfindungsgemäße Legierung kann auch eines oder mehrere der Metalle Ti, Zr, Mo, Nb, B, V und/oder Be enthalten. Diese Elemente werden vorgesehen, um den Elastizitätsmodul zu steigern und für eine Verfeinerung der Kristallkörner der resultierenden Legierung zu sorgen, was zu erhöhter Resonanz- und Knickfestigkeit führt. Diese günstigen Einflüsse machen sich bemerkbar, wenn der Gehalt an jedem dieser Elemente oder der
20 Gesamtgehalt von zwei oder mehr solcher Elemente 0,01% übersteigt. Liegt der Gehalt an einzelnen dieser Elemente oder der Gesamtgehalt dieser Elemente über 1,0%, wird das erhaltene Legierungsblech zu hart, um nach dem Glühen eine ausreichende Verminderung der Dehngrenze zu erreichen. Außerdem steigt sein Wärmeausdehnungskoeffizient unerwünscht an, und die Ätzperforierbarkeit wird schlechter. Infolgedessen liegt der Bereich zwischen 0,01 und 1,0%.

Die Schattenmaske wird allgemein aus einem Schattenmasken-Blechrohling gefertigt, der erhalten wird, indem ein Block mit vorbestimmter Zusammensetzung gegossen, der Block warmgewalzt, die erhaltene Bramme wiederholt kaltgewalzt und gegläht und das so gebildete Werkstück zu einem Blech von 0,25 mm Stärke oder weniger fertigtaltgewalzt wird. Der Blechrohling wird durch Ätzen perforiert, worauf die perforierten Werkstücke gegläht und preßgeformt werden. Schließlich erfolgt ein Schwärzen der Masken. Entsprechend einem
30 abgewandelten, als Vorglühverfahren bezeichneten Verfahren wird eine abweichende Abfolge von Glühen, Ätzperforieren und Preßformen vorgesehen. Wenn der Schattenmasken-Blechrohling vor dem Preßformen gegläht wird, sollte die Korngrößennummer des Legierungswerkstoffs nicht kleiner als 5 sein; das heißt, die Körner dürfen nicht grob sein. Andernfalls neigen die gepreßten Masken zum Ausknicken. Der Legierungswerkstoff mit einer Korngrößenzahl von 5 oder darüber führt zu ausgezeichneten Schattenmasken. Auch bei dem Vorglühverfahren sorgt die Verwendung einer Legierung mit einer Korngrößennummer von 5 oder mehr für
35 ähnlich günstige Auswirkungen auf die Resonanzfestigkeit und die Knickfestigkeit.

Entsprechend der Erfindung wird das nach dem Ätzperforieren erfolgende Glühen bevorzugt in einer nicht-oxidierenden Atmosphäre bei 800 bis 1100°C für eine Zeitspanne von 5 bis 60 Minuten durchgeführt. Wenn die Glühtemperatur unter 800°C liegt, ist eine Verbesserung der Preßformbarkeit praktisch nicht zu erreichen. Umgekehrt besteht bei einer Temperatur von über 1100°C die Gefahr, daß die Körner gröber werden und die
40 Eigenschaften instabil sind. Außerdem hat eine hohe Glühtemperatur zusätzliche Fertigungskosten zur Folge. Wenn die Glühdauer kürzer als 5 Minuten ist, wird die Gleichförmigkeit der Eigenschaften über die flachen Masken hinweg fraglich. Ein Glühen für die Zeitdauer von mehr als 60 Minuten ist wegen erhöhter Kosten und verminderter Produktivität unpraktisch. Wenn die zum Glühen verwendete Atmosphäre oxidierend ist, werden
45 durch Oberflächenoxidation und interkristalline Oxidation die Oberflächeneigenschaften beeinträchtigt; die Schattenmasken als solche werden nachteilig beeinflusst. Infolgedessen ist die Verwendung einer nichtoxidierenden Atmosphäre geraten.

Wie oben ausgeführt, wird die Schattenmaske üblicherweise hergestellt, indem ein Schattenmasken-Blechrohling mit einer Stärke von etwa 0,25 mm oder weniger durch Ätzen perforiert wird, um eine perforierte flache
50 Maske zu erhalten, indem ferner die Maske gegläht wird, um ihr Preßformbarkeit zu verleihen, indem die Maske in eine für eine Schattenmaske geeignete sphärische Form gepreßt wird und indem die Oberfläche dann geschwärzt oder auf andere Weise fertigtbearbeitet wird. Wenn bei dem Fertigungsverfahren des Schattenmasken-Blechrohlings die Abnahme beim Fertigtaltwalzen unzureichend ist, wird durch das im Verlauf der Schattenmaskenherstellung vorgesehene Glühen zur Verleihung von Preßformbarkeit die 0,2%-Dehngrenze unter
55 den gleichen Glühbedingungen wie im Falle von ausreichender Abnahme nicht befriedigend gesenkt. Der untere Grenzwert der Abnahme beträgt 20%. Eine Schattenmaske aus einem Rohblech, das mit einer Abnahme von 20% oder mehr fertigtaltgewalzt ist, ist hinsichtlich Knickfestigkeit und Resonanzfestigkeit einer Schattenmaske aus einem Rohblech überlegen, das mit geringerer Abnahme kaltgewalzt wurde, und zwar selbst nach einem Glühen unter identischen Bedingungen.

60 Durch Einstellen der Korngrößennummer auf 7 oder höher durch das Glühen vor dem Fertigtaltwalzen wird die 0,2%-Dehngrenze nach dem Glühen im Verlauf der Schattenmaskenherstellung abgesenkt; die Preßformbarkeit wird dadurch verbessert. Die Korngrößenverkleinerung gewährleistet außerdem ein gleichförmiges Ätzperforieren. Durch eine Schrittfolge, bei welcher mit einer Abnahme von $\geq 40\%$ kaltgewalzt wird, die Korngröße durch Glühen eingestellt wird und ein Fertigtaltwalzen erfolgt, werden die nachteiligen Auswirkungen einer Vorzugsausrichtung vermindert, die sich auf Grund von vorhergehenden Verfahrensschritten, beispielsweise einem Warmwalzen, eingestellt hat. Es wird daher möglich, einen Schattenmasken-Blechrohling mit hervorragender Preßformbarkeit herzustellen. Das erfindungsgemäße Verfahren, bei dem mit größerer Abnahme kaltgewalzt wird, als bei der Herstellung der herkömmlichen Fe—Ni-Invar-Legierung, kann unter Umständen

den zu flachen Masken mit Ätzperforationen von unbefriedigender Konfiguration führen. Vorzugsweise folgt daher dem Fertigaltwalzen eine Wärmebehandlung unter Ausschluß von Rekristallisation. Bei Temperaturen unterhalb von 300°C ist eine solche Behandlung nicht effektiv. Bei Temperaturen über 1000°C ist es praktisch nahezu unmöglich, eine Wärmebehandlung ohne Rekristallisation durchzuführen.

Der in den Ansprüchen und der Beschreibung vorliegender Anmeldung verwendete Begriff "Korngrößennummer" entspricht den japanischen Industrienormen (JIS) wie folgt:

Tabelle der Korngrößennummern

Korngrößennummer (N)	Anzahl an Kristall- körnern je mm ² Querschnittsfläche	Mittlere Quer- schnittsfläche der Kristallkörner (mm ²)	Mittlere Anzahl an Kristallkörnern in einem Quadrat von 25 mm Kantenlänge bei 100- facher Vergrößerung (n)
-3	1	1	0,0625
-2	2	0,5	0,125
-1	4	0,25	0,25
0	8	0,125	0,5
1	16	0,0625	1
2	32	0,0312	2
3	64	0,0156	4
4	128	0,00781	8
5	256	0,00390	16
6	512	0,00195	32
7	1024	0,00098	64
8	2048	0,00049	128
9	4096	0,000244	256
10	8192	0,000122	512

Die obige Tabelle wurde erstellt, indem die numerischen Werte gemäß der die Korngrößennummer betreffenden ASTM-Tabelle in mm-Einheiten umgewandelt wurden. Infolgedessen sind die Korngrößennummern entsprechend JIS und ASTM inhaltlich identisch; es tritt jedoch ein Rechenfehler in der Größenordnung von 2% auf, weil die Umwandlung unter der Annahme erfolgte, daß ein Zoll gleich 25 mm, anstelle des genaueren Wertes von 25,4 mm, ist.

Die Erfindung ist in den folgenden Beispielen näher dargestellt.

Beispiel 1

Die Versuchswerkstoffe waren kaltgewalzte, 0,15 mm dicke Bleche, von denen jedes aus Rohstoffen durch Vakuumschmelzen, Heißwalzen, Beizen, Kaltwalzen, Glühen und Kaltwalzen in einer vorbestimmten Folge von Verfahrensschritten hergestellt war. Die Zusammensetzungen der Versuchswerkstoffe sind in der Tabelle 1 zusammengestellt. Die kaltgewalzten Bleche wurden durch Ätzen mit einem hauptsächlich aus Eisenchlorid bestehenden Ätzmittel perforiert, wobei eine Vielzahl von winzigen Löchern ausgebildet wurde. Die während des Prozesses angetroffene Ätzperforierbarkeit wurde erfaßt. Die ätzperforierten flachen Masken wurden 10 Minuten lang bei 800 bis 1100°C geglüht und dann formgepreßt. Nach dem Glühen wurden die noch nicht formgepreßten flachen Masken auf den Wärmeausdehnungskoeffizienten, die Korngrößennummer, die 0,2%-Dehngrenze und den Elastizitätsmodul untersucht. Die Ergebnisse finden sich gleichfalls in der Tabelle 1. Die Formbarkeit zu einer sphärischen Kontur beim Preßformen, die Resonanzfestigkeit und die Knickfestigkeit der preßgeformten Masken wurden untersucht. Ferner wurde ermittelt, ob die in Farbbildröhren eingebauten Masken Farbungleichmäßigkeiten verursachten oder nicht. Die Ergebnisse sind in der Tabelle 1 ebenfalls zusammengestellt.

Wie aus der Tabelle 1 zu erkennen ist, haben alle erfindungsgemäßen Legierungen, d. h. die Proben Nr. 1 bis 17, einen Wärmeausdehnungskoeffizienten α_{30-100} von weniger als $3,0 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$, Dehngrenzenwerte von weniger als 20 kg/mm² und höhere Elastizitätsmodulwerte als die Fe-Ni-Invar-Legierung. Die erhaltenen Schattenmasken sind infolgedessen hervorragend preßformbar, und sie bieten keine Probleme hinsichtlich Knick- und Resonanzfestigkeit; außerdem verursachen sie keine Farbungleichmäßigkeiten. Sie lassen sich gut ätzperforieren, was auf die zweckentsprechende Einstellung ihrer Gehalte an geringfügigen Bestandteilen zurückzuführen ist.

Die erfindungsgemäßen Proben Nr. 15 bis 17 haben eine etwas größere Korngröße, und sie sind infolgedessen den Proben Nr. 1 bis 14 bezüglich der Knickfestigkeit leicht unterlegen. Diese Unterschiede sind jedoch so geringfügig, daß bei der praktischen Verwendung keine Probleme auftreten. Vorzugsweise haben die Legierung-

gen jedoch eine Korngrößennummer von 5 oder darüber.

Die Vergleichslegierungsprobe Nr. 18 mit einem niedrigen Ni-Gehalt hat einen hohen Wärmeausdehnungskoeffizienten und bewirkt Farbungleichmäßigkeiten. Bei der Vergleichsprobe Nr. 19, die mehr als 34% Ni enthält, hat Co nur einen geringen günstigen Einfluß, und der Wärmeausdehnungskoeffizient ist hoch. Diese Probe führt gleichfalls zu Farbungleichmäßigkeiten. Die Vergleichsprobe Nr. 20 hat einen niedrigen Cr-Gehalt; ihre Dehngrenze ist für ein einwandfreies Preßformen nicht niedrig genug. Die Vergleichsprobe Nr. 21 mit hohem Cr-Gehalt zeigt einen hohen Wärmeausdehnungskoeffizienten und führt zu Farbungleichmäßigkeiten. Die Vergleichsprobe Nr. 22 mit niedrigem Co-Gehalt hat einen hohen Wärmeausdehnungskoeffizienten; sie verursacht gleichfalls Farbungleichmäßigkeiten. Die Vergleichsprobe Nr. 23 hat eine hohe Dehngrenze und eine schlechte Preßformbarkeit auf Grund ihres hohen Co-Gehalts. Die Vergleichsprobe Nr. 24 mit hohem C-Gehalt verursacht Probleme im Hinblick auf einen hohen Wärmeausdehnungskoeffizienten und Farbungleichmäßigkeiten. Außerdem verschlechtert die hohe Dehngrenze die Preßformbarkeit und die Ätzperforierbarkeit. Die Vergleichsproben Nr. 25, 26 und 27, die hohe Anteile an Si, Al bzw. Mn enthalten, haben durchweg einen hohen Wärmeausdehnungskoeffizienten, verursachen Farbungleichmäßigkeiten und sind wegen einer hohen Dehngrenze schlecht preßformbar. Den Vergleichsproben Nr. 28, 29 und 30 mit hohem Gehalt an S, O bzw. N ist der Nachteil unzureichender Ätzperforierbarkeit gemeinsam. Die Vergleichsproben Nr. 31 und 32, die die zusätzlichen Elemente Ti und Mo sowie Nb in einer Menge bzw. einer Gesamtmenge von jeweils mehr als 1,0% enthalten, haben hohe Wärmeausdehnungskoeffizienten. Sie verursachen Farbungleichmäßigkeiten und haben auf Grund einer hohen Dehngrenze eine schlechte Preßformbarkeit. Außerdem ist ihre Ätzperforierbarkeit unbefriedigend.

Die Vergleichsprobe Nr. 33 stellt eine Invar-Legierung aus dem Fe—Ni—Cr-System dar. Die Legierung enthält kein Co. Sie hat einen Wärmeausdehnungskoeffizienten α_{30-100} von über $3,0 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ und bewirkt Farbungleichmäßigkeiten. Die Vergleichsprobe Nr. 34 stellt eine Invar-Legierung aus dem Fe—Ni-System dar. Trotz Glühens bei beträchtlicher Temperatur erfährt sie keine Verminderung der Dehngrenze, und der Elastizitätsmodul bleibt niedrig. Infolgedessen ist die Legierung hinsichtlich Preßformbarkeit sowie Resonanz- und Knickfestigkeit unterlegen.

Tabelle 1.

Pro- be	Chemische Zusammensetzung (Gew. %)											Weitere Bestandteile	Fe
	C	Si	Al	Mn	S	O	N	Ni	Cr	Co			
Erfindungs- gemäße Beispiele	1	0,01	0,11	0,01	0,22	0,007	0,0038	0,0020	30,8	1,8	4,2	—	Rest
	2	0,01	0,25	0,01	0,45	0,002	0,0056	0,0015	32,0	2,0	4,0	—	Rest
	3	0,01	0,14	0,03	0,68	0,003	0,0021	0,0045	32,1	2,7	2,6	—	Rest
	4	0,01	0,06	0,01	0,41	0,015	0,0018	0,0020	32,4	3,3	4,4	—	Rest
	5	0,02	0,18	0,02	0,18	0,009	0,0020	0,0019	33,5	2,9	4,7	—	Rest
	6	0,02	0,09	0,01	0,45	0,001	0,0049	0,0024	31,8	2,2	3,8	TiO, 17	Rest
	7	0,07	0,12	0,02	0,28	0,001	0,0044	0,0044	32,2	2,1	4,3	ZrO, 05	Rest
	8	0,01	0,11	0,11	0,41	0,002	0,0019	0,0041	32,0	1,9	4,0	MoO, 64	Rest
	9	0,02	0,25	0,22	0,45	0,003	0,0028	0,0009	32,0	1,8	4,0	MoO, 30	Rest
	10	0,01	0,20	0,04	0,34	0,005	0,0032	0,0025	32,4	2,1	4,2	B O, 10	Rest
	11	0,01	0,18	0,01	0,77	0,008	0,0085	0,0019	31,7	2,0	3,7	V O, 19	Rest
	12	0,02	0,14	0,01	0,32	0,004	0,0025	0,0035	31,9	1,9	4,3	BeO, 42	Rest
	13	0,01	0,13	0,01	0,47	0,001	0,0038	0,0020	32,0	2,5	4,0	MoO, 68 NbO, 12	Rest
	14	0,01	0,07	0,01	0,23	0,009	0,0056	0,0019	32,1	2,1	4,1	TiO, 30 MoO, 53	Rest
	15	0,01	0,25	0,01	0,45	0,002	0,0056	0,0015	32,0	2,0	4,0	—	Rest
	16	0,02	0,09	0,01	0,45	0,001	0,0049	0,0024	31,8	2,2	3,8	TiO, 17	Rest
	17	0,01	0,13	0,01	0,47	0,001	0,0038	0,0020	32,0	2,5	4,0	MoO, 68 NbO, 12	Rest
Vergl.- Beispiele	18	0,01	0,20	0,02	0,32	0,005	0,0062	0,0035	27,9	3,2	4,0	—	Rest
	19	0,02	0,22	0,01	0,45	0,008	0,0043	0,0027	37,3	3,1	3,5	—	Rest
	20	0,02	0,15	0,02	0,33	0,008	0,0056	0,0025	32,0	0,6	2,5	—	Rest
	21	0,02	0,08	0,01	0,45	0,009	0,0038	0,0041	32,1	4,5	4,0	—	Rest
	22	0,01	0,10	0,01	0,22	0,001	0,0025	0,0037	32,3	2,0	1,6	—	Rest
	23	0,01	0,13	0,01	0,28	0,004	0,0085	0,0024	32,3	2,4	6,0	—	Rest
	24	0,24	0,21	0,01	0,47	0,008	0,0032	0,0022	32,0	1,8	2,2	—	Rest
	25	0,01	0,45	0,02	0,43	0,005	0,0029	0,0022	31,8	2,2	3,0	—	Rest
	26	0,02	0,20	0,33	0,45	0,003	0,0012	0,0031	32,4	2,0	3,3	—	Rest
	27	0,02	0,18	0,01	1,53	0,002	0,0035	0,0026	32,8	2,3	4,5	—	Rest

Erfindungs-
gemäße
BeispieleVergl.-
Beispiele

Tabelle I (Fortsetzung)

Pro- be	Chemische Zusammensetzung (Gew. %)											Fe
	C	Si	Al	Mn	S	O	N	Ni	Cr	Co	Weitere Bestandteile	
28	0,04	0,14	0,03	0,40	0,025	0,0018	0,0027	32,1	1,8	4,0	—	Rest
29	0,01	0,10	0,02	0,27	0,005	0,0120	0,0035	32,0	2,1	4,1	—	Rest
30	0,02	0,15	0,04	0,34	0,004	0,0037	0,0076	32,5	2,5	4,0	—	Rest
31	0,05	0,23	0,03	0,28	0,002	0,0045	0,0044	32,3	1,9	4,3	Ti2, 2	Rest
32	0,01	0,09	0,02	0,49	0,005	0,0061	0,0045	32,2	2,0	3,7	Mol, 25 NbO, 35	Rest
33	0,01	0,12	0,01	0,42	0,005	0,0031	0,0038	36,0	3,8	—	—	Rest
34	0,01	0,10	0,01	0,45	0,004	0,0026	0,0041	35,8	—	—	—	Rest

Vergl.-
Beispiele

Tabelle I (Fortsetzung)

Probe	Ätzer- fortierbarkeit	Wärmeaus- dehnungskoeffiz. α_{100}^{100} ($\times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$)	Eigenschaften nach Glühen			Schattenmuskeneigenschaften				Farbungleich- mäßigkeit
			0,2 %- Dehngrenze (kg/mm^2)	Elastizitäts- modul (kg/mm^2)	Korngrößen- Nr.	Preßform- barkeit	Resonanz- festigkeit	Knick- festigkeit		
1	gut	2,8	19,2	16000	9,0	gut	gut	gut	gut	nein
2	gut	2,0	18,7	15500	9,0	gut	gut	gut	gut	nein
3	gut	2,9	15,7	16400	6,0	gut	gut	gut	gut	nein
4	gut	2,8	18,0	15800	8,0	gut	gut	gut	gut	nein
5	gut	2,7	18,6	15200	9,0	gut	gut	gut	gut	nein
6	gut	2,2	19,2	15000	9,5	gut	gut	gut	gut	nein
7	gut	2,4	19,0	15200	9,5	gut	gut	gut	gut	nein
8	gut	2,6	19,3	15500	9,5	gut	gut	gut	gut	nein
9	gut	2,2	19,3	15200	9,5	gut	gut	gut	gut	nein
10	gut	2,4	19,0	15300	9,5	gut	gut	gut	gut	nein
11	gut	2,3	19,2	15200	9,5	gut	gut	gut	gut	nein
12	gut	2,4	19,1	15500	9,5	gut	gut	gut	gut	nein
13	gut	2,6	19,5	15700	9,5	gut	gut	gut	gut	nein
14	gut	2,7	19,6	15600	9,5	gut	gut	gut	gut	nein
15	gut	2,0	14,0	15300	4,0	gut	gut	gut	zieml. gut	nein
16	gut	2,2	14,2	14800	4,5	gut	gut	gut	gut	nein
17	gut	2,6	14,4	15500	4,5	gut	gut	gut	gut	nein
18	gut	13,5	14,0	19500	8,5	gut	gut	gut	gut	ja
19	gut	3,8	22,1	13900	8,0	schlecht	schlecht	schlecht	gut	ja
20	gut	2,5	24,4	16500	8,0	schlecht	schlecht	schlecht	gut	nein
21	gut	4,3	18,2	16000	9,0	gut	gut	gut	gut	ja
22	gut	4,5	16,5	16000	9,0	gut	gut	gut	gut	ja
23	gut	2,8	22,0	14200	8,5	schlecht	schlecht	schlecht	gut	nein
24	schlecht	4,2	21,0	15700	9,5	schlecht	schlecht	schlecht	gut	ja
25	gut	3,3	21,2	15200	9,0	schlecht	schlecht	schlecht	gut	ja

Tabelle I (Fortsetzung)

Probe	Ätzperforierbarkeit	Eigenschaften nach Glühen				Schattenmaskeneigenschaften			
		Wärmeausdehnungskoeffiz. α_{10-100} ($\times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$)	0,2 %-Dehngrenze (kg/mm^2)	Elastizitätsmodul (kg/mm^2)	Korngrößen-Nr.	Preßformbarkeit	Resonanzfestigkeit	Knickfestigkeit	Farbungleichmäßigkeit
26	gut	3,3	20,8	15200	9,0	schlecht	schlecht	gut	ja
27	gut	3,6	21,7	15000	9,0	schlecht	schlecht	gut	ja
28	schlecht	2,2	19,0	15300	9,0	gut	gut	gut	nein
29	schlecht	2,3	19,0	15300	9,0	gut	gut	gut	nein
30	schlecht	2,2	19,2	15300	9,0	gut	gut	gut	nein
31	schlecht	4,5	24,5	15200	9,5	schlecht	schlecht	gut	ja
32	schlecht	4,4	22,9	15300	9,5	schlecht	schlecht	gut	ja
33	gut	3,8	17,8	17000	8,5	gut	gut	gut	ja
34	gut	1,5	24,0	14000	3,5	schlecht	schlecht	schlecht	nein

Beispiel 2

Versuchswerkstoffe wurden im Vakuum erschmolzen, gegossen, geschmiedet, warmgewalzt, gebeizt, kaltgewalzt, gegülht und erneut kaltgewalzt, um kalte gewalzte Bleche von 0,15 mm Stärke auszubilden. Es wurden Werkstoffe mit vier unterschiedlichen Zusammensetzungen benutzt, die in der Tabelle 2 angegeben sind.

Tabelle 2

Versuchswerkstoff	Chemische Zusammensetzung (Gew. %)								Fe
	C	Si	Al	Mn	Ni	Cr	Co	weitere Zusätze	
A	0,01	0,18	0,01	0,41	32,1	2,0	3,8	—	Rest
B	0,01	0,01	0,02	0,21	33,6	2,9	4,7	—	Rest
C	0,02	0,21	0,02	0,18	31,8	2,0	3,9	TiO, 15	Rest
D	0,02	0,18	0,01	0,45	32,4	2,1	4,2	MoO, 55 NbO, 25	Rest

Anmerkung: 0 < 0,01 %; N < 0,0050 %; S < 0,020 %.

Die so erhaltenen Versuchsproben wurden entfettet, mit einem Reservierungsmittel beschichtet, getrocknet, entwickelt, bedruckt usw. Dann wurden sie durch Ätzerforieren mit einer Vielzahl von kleinen Löchern versehen. Die perforierten Proben wurden unter unterschiedlichen Bedingungen gegülht und danach auf Preßformbarkeit, Resonanzfestigkeit und Knickfestigkeit untersucht. Die verwendeten Glühbedingungen und die Versuchsergebnisse sind in der Tabelle 3 zusammengestellt.

Tabelle 3

	Nr.	Versuchswerkstoff	Glühbedingungen		Dauer (min)	Preßformbarkeit	Resonanzfestigkeit	Knickfestigkeit
			Atmosphäre	Temp. (°C)				
erfindungsgemäße Beispiele	1	A	10 % H ₂ Rest N ₂	1000	10	0	0	0
	2	A	10 % H ₂ Rest N ₂	800	60	0	0	0
	3	A	H ₂	900	20	0	0	0
	4	A	H ₂	1100	5	0	0	0
	5	B	10 % H ₂ Rest N ₂	850	30	0	0	0
	6	B	10 % H ₂ Rest N ₂	1050	10	0	0	0
	7	B	N ₂	900	15	0	0	0
	8	B	N ₂	1000	10	0	0	0
	9	C	H ₂	900	20	0	0	0
	10	C	H ₂	1000	10	0	0	0
	11	D	H ₂	950	15	0	0	0
	12	D	H ₂	850	30	0	0	0
Vergl.-Beispiele	13	A	10 % H ₂ Rest N ₂	700	60	x	x	0
	14	A	10 % H ₂ Rest N ₂	1150	5	0	0	x
	15	B	10 % H ₂ Rest N ₂	750	60	x	x	0
	16	B	10 % H ₂ Rest N ₂	1200	5	0	0	x
	17	B	10 % H ₂ Rest N ₂	900	2	x	x	0
	18	C	H ₂	700	60	x	x	0
	19	D	H ₂	1000	1	x	x	0
	20	D	H ₂	1200	10	0	0	x

(0 = gut x = schlecht)

Die Tabelle 3 zeigt klar, daß die für die Proben Nr. 1 bis 12 gemäß der Erfindung verwendeten Glühbedingungen zu guter Preßformbarkeit, Resonanzfestigkeit und Knickfestigkeit beitragen. Mit den für die Vergleichsproben Nr. 13 bis 20 vorgesehenen Glühbedingungen, bei denen mit einer zu niedrigen oder zu hohen Temperatur

oder mit einer unzureichenden Zeitspanne gearbeitet wurde, konnten den erhaltenen Schattenmasken keine voll zufriedenstellenden Eigenschaften verliehen werden.

Beispiel 3

Es wurden Versuchswerkstoffe mit vier unterschiedlichen Zusammensetzungen identisch den Zusammensetzungen A, B, C und D der Tabelle 2 des Beispiels 2 verwendet.

Die Werkstoffe wurden zunächst der gleichen Schrittfolge, nämlich Vakuumschmelzen, Gießen, Schmieden, Warmwalzen, Beizen, Kaltwalzen, Glühen und Fertiggaltwalzen oder Warmwalzen, unterzogen. Danach wurden einige gebeizt, kaltgewalzt, geglüht, kaltgewalzt, geglüht und fertiggaltgewalzt, um 0,15 mm dicke kaltgewalzte Bleche zu erhalten. Die anderen wurden nach dem Fertiggaltwalzen unter Vermeidung von Rekristallisation wärmebehandelt.

Die Abnahmen beim Kaltwalzen und die Korngrößennummern nach dem Glühen sind für diese Versuchswerkstoffe in der Tabelle 4 zusammengestellt. Jedes Versuchsblech wurde dann entfettet, mit einem Reservierungsmittel beschichtet, getrocknet, entwickelt, bedruckt usw. bis zum Ätzperforieren. Die auf diese Weise mit einer Vielzahl von winzigen Löchern versehene Probe wurde in einer Atmosphäre von 25% H_2 , Rest N_2 bei 950°C zehn Minuten lang geglüht und auf ihre Preßformbarkeit, Resonanzfestigkeit und Knickfestigkeit untersucht. Die Ergebnisse sind gleichfalls in der Tabelle 4 dargestellt.

Tabelle 4

Nr.	Versuchs- werkstoff	Kaltwalzen		Glühen	Fertig- kaltwalzen		Wärmebehandlung (ohne Rekristallisation)		Preßform- barkeit	Resonanz- festigkeit	Knick- festigkeit
		Abnahme (%)	Korn- gr.-Nr.		Abnahme (%)	ja/nein	Temp. (°C)				
1	A	65,0	8,5		50,0	nein	—	*	*	*	
2	A	65,0	8,5		50,0	ja	850	*	*	*	
3	C	65,0	9,0		50,0	nein	—	*	*	*	
4	C	65,0	9,0		50,0	ja	850	*	*	*	
5	A	80,0	7,5		25,0	nein	—	*	*	*	
6	A	80,0	7,5		25,0	ja	450	*	*	*	
7	B	45,0	9,5		30,0	ja	850	*	*	*	
8	B	95,0	8,0		55,0	ja	850	*	*	*	
9	D	45,0	10,0		30,0	ja	850	*	*	*	
10	D	95,0	9,0		55,0	ja	850	*	*	*	
11	A	35,0	8,5		50,0	nein	—	0	0	*	
12	A	65,0	6,5		50,0	nein	—	0	0	0	
13	A	35,0	6,5		50,0	nein	—	0	0	0	
14	C	35,0	6,5		50,0	ja	350	0	0	0	
15	A	70,0	8,5		15,0	nein	—	+	+	+	
16	A	70,0	6,5		15,0	nein	—	+	+	+	
17	A	35,0	6,5		15,0	nein	—	X	X	+	
18	C	70,0	6,0		15,0	nein	—	+	+	+	
19	C	35,0	6,0		15,0	nein	—	X	X	+	

erfindungs-
gem.
BeispieleVergl.-
Beispiele

(*) = ausgezeichnet; 0 = gut; + = etwas schlecht; X = schlecht

Wie aus der Tabelle 4 hervorgeht, sind die erfindungsgemäßen Proben Nr. 1 bis 10 hinsichtlich Preßformbarkeit, Resonanzfestigkeit und Knickfestigkeit überlegen. Die Proben Nr. 1 bis 10 sind durchweg mit einer Abnahme von 40% oder mehr kaltgewalzt, auf eine Korngrößennummer von 7 oder darüber gegläht und mit einer Abnahme von mindestens 20% fertigkaltgewalzt. Alle lieferten besonders günstige Ergebnisse. Die Wärmebehandlung, die nach dem Fertigkaltwalzen durchgeführt wurde, während Rekristallisation vermieden wurde, machte es möglich, hervorragend geformte flache Masken zu erhalten, ohne daß die Preßformbarkeit, die Resonanzfestigkeit oder die Knickfestigkeit nachteilig beeinflußt wurden.

Die Vergleichsprobe Nr. 15, die mit unzureichender Abnahme fertigkaltgewalzt wurde, war hinsichtlich Preßformbarkeit, Resonanzfestigkeit und Knickfestigkeit ziemlich unterlegen. Auch die Vergleichsproben Nr. 16 und 18 ließen im Hinblick auf Preßformbarkeit, Resonanzfestigkeit und Knickfestigkeit zu wünschen übrig, was auf eine geringfügige Kornvergrößerung beim Glühen und auch auf die geringe Abnahme beim Fertigkaltwalzen zurückzuführen ist. Die Vergleichsproben Nr. 17 und 19 wurden beide mit unzureichender Abnahme kaltgewalzt, und beim Glühen kam es zu einer Vergrößerung der Kristallkörner. Diese Vergleichsproben waren bezüglich Preßformbarkeit und Resonanzfestigkeit unterlegen.

Die erfindungsgemäß hergestellten Schattenmasken eignen sich für eine Massenfertigung bei guter Ätzbarkeit, und beim Einbau in Farbbildröhren bewirken sie keine Verschlechterung der Farbreinheit. Die Schattenmasken haben eine hervorragende Qualität und sind für hochauflösenden Fernsehgeräte geeignet.